

ANALISIS PEMANTAUAN KUALITAS BBM ECERAN BERBASIS IOT DENGAN FUEL QUALITY SENSOR DAN SVM UNTUK MENENTUKAN KELAYAKAN BERDASARKAN SIFAT FISIK BBM

Gabrieno Chrisna Aldio Bunyu^{1*}, Menhya Snae², Heni³

¹Teknik Informatika, STIKOM Uyelindo Kupang

²Sistem Informasi, STIKOM Uyelindo Kupang

^{1*}bunyudiobunyu@gmail.com, ²menhyasnae@gmail.com, ³heni81monika@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.46880/mtk.v12i2.5947>

ABSTRACT

This research aims to design and develop an Internet of Things (IoT)-based monitoring system for the quality of retail petroleum products capable of operating in real time, in order to address the public's limitations in independently verifying the suitability of retail petroleum products. The system was developed using a proximity sensor as an initial trigger to detect the presence of objects or liquids, and a TDS sensor as a fuel quality sensor to measure changes in conductivity values indicating the water content in fuel samples; each reading is locked for 5 seconds to ensure the stability of the proximity and TDS sensor values before the data is sent to a Flask-based server and analysed using a Support Vector Machine (SVM) algorithm to classify the fuel condition into the categories 'Suitable' and 'Unsuitable'. Tests were carried out on 100 retail fuel samples, comprising 50 samples of pure fuel and 50 samples of fuel mixed with water, with classification rules based on TDS values: a value close to or equal to zero indicates that the fuel shows no signs of water contamination (Acceptable), whilst a value above zero which in the tests varied from 1 to over 700 depending on the level of contamination indicates the presence of water admixture (Unfit). The research results show that the system is capable of performing sensor readings, data transmission and the classification process effectively in real time; furthermore, based on an evaluation using a confusion matrix, the SVM model achieved an accuracy of 0.94, a precision of 0.946, a recall of 0.94 and an F1-score of 0.94. With this performance, the developed system has the potential to be utilised by the public and retail fuel businesses to verify fuel suitability quickly, automatically and objectively without the need for laboratory testing.

Keywords: *Internet of Things, Fuel Quality Monitoring, TDS Sensor, Support Vector Machine, Real-time Monitoring*

I. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan modern, minyak dan gas bumi memegang peranan vital sebagai tulang punggung transportasi, industri, dan kebutuhan rumah tangga, sekaligus menunjang perekonomian dan kesejahteraan masyarakat[1]. Bahan Bakar Minyak (BBM) eceran merupakan salah satu bentuk distribusi minyak bumi yang banyak dimanfaatkan masyarakat, khususnya di daerah dengan akses terbatas terhadap SPBU resmi, karena dijual dalam skala kecil di luar jaringan resmi.

Meskipun berperan penting, penjualan BBM eceran masih menghadapi masalah beredarnya BBM oplosan yang dicampur air atau pelarut kimia untuk meningkatkan keuntungan penjual, sehingga menurunkan mutu bahan bakar, mengganggu kinerja mesin, dan merugikan konsumen. Sebagian besar konsumen BBM eceran tidak memiliki sarana untuk menguji kualitas bahan bakar yang dibeli, sehingga bergantung sepenuhnya pada kepercayaan terhadap penjual tanpa informasi objektif.

Sensor TDS berbasis perubahan konduktivitas telah banyak diterapkan untuk mendeteksi zat terlarut pada domain kualitas air melalui IoT, seperti pada sistem monitoring konduktivitas PDAM[2], alat monitoring kualitas air minum berbasis IoT[3], dan sistem monitoring air dengan kendali otomatis saat nilai melewati ambang batas[4]. Namun, penerapannya masih terbatas pada domain air dan belum ada yang mengadaptasinya khusus untuk BBM eceran sekaligus memadukannya dengan algoritma klasifikasi seperti SVM. Kesenjangan inilah yang mendasari penelitian ini, yaitu mengadaptasi sensor TDS berbasis IoT ke konteks pemantauan kualitas BBM eceran yang dipadukan

dengan SVM agar keputusan kelayakan dapat diambil secara otomatis, cepat, dan objektif.

Internet of Things atau yang biasa disingkat IoT adalah suatu sistem dimana suatu objek atau benda terhubung dan terintegrasinya perangkat satu dengan yang lainnya[7]. Hasil dari integrasi perangkat tersebut menghasilkan kode atau data yang dapat diidentifikasi. Dari identifikasi kode dan data tersebut dapat digunakan untuk berbagai macam keperluan manusia. *Support Vector Machines* (SVM) adalah metode pembelajaran yang terawasi (*Supervised Learning*)[8] dapat digunakan pada kasus regresi dan klasifikasi.

Berdasarkan data latih, dapat diberikan label dari satu atau beberapa kategori, algoritma ini menghasilkan model yang dapat melakukan sebuah prediksi, apakah data uji termasuk kedalam kategori yang mana. Tentunya dengan adanya kesesuaian setiap komponen yang dihasilkan lewat mikrokontroler. Mikrokontroler ini adalah ilmu terapan yang pengaplikasiannya dapat kita temui di kehidupan sehari-hari seperti jam digital, televisi, sistem keamanan rumah, dll. Mikrokontroler juga sangat banyak digunakan dalam penelitian dan pengembangan yang dilakukan oleh peneliti, dosen, guru, bahkan sekarang banyak mahasiswa yang mengangkat judul tesis/sekripsi/tugas akhir dengan berbasiskan mikrokontroler[9].

Pemanfaatan IoT menjadi solusi inovatif karena memungkinkan perangkat saling terhubung dan bertukar data secara otomatis untuk mendukung pemantauan *real-time*[5]. Penelitian sebelumnya menunjukkan IoT dapat memantau volume BBM kendaraan dengan sensor ultrasonik HY-SRF05[6] penelitian ini memperluas pemanfaatan tersebut untuk memantau kualitas fisik

BBM eceran melalui fuel quality sensor (*proximity* dan TDS) yang dipadukan dengan algoritma SVM sebagai metode klasifikasi kelayakan berdasarkan pola konduktivitas akibat kontaminasi air.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan menghasilkan sistem klasifikasi kualitas BBM eceran berbasis IoT dan SVM dengan target akurasi $\geq 0,90$ dan siklus pembacaan sensor terkunci 5 detik untuk menjamin kestabilan data secara real-time, sehingga dapat membantu masyarakat memverifikasi kelayakan BBM secara cepat dan objektif.

II. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental dengan merancang sistem pemantauan kualitas BBM eceran berbasis *Internet of Things* (IoT) yang terintegrasi dengan sensor TDS, sensor *proximity*, dan algoritma *Support Vector Machine* (SVM) sebagai metode klasifikasi.

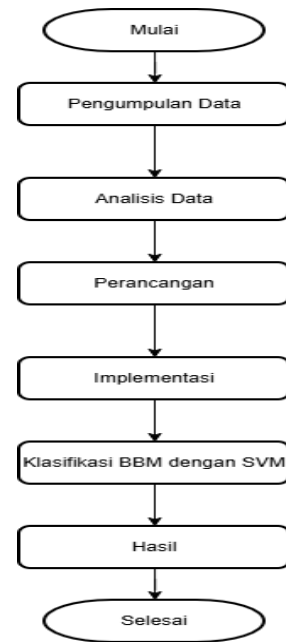
Spesifikasi Hardware/Software

Untuk rincian perangkat keras dan lunak meliputi mikrokontroler ESP32 NodeMCU, Sensor TDS tipe analog, Sensor *Proximity* tipe kapasitif, *module relay*, resistor, transistor, kabel *jumper*, *breadboard*, LCD 16x2 dan untuk perangkat lunak meliputi Arduino IDE versi 2.3.8 untuk pemrograman ESP32 dengan bahasa C++, Python versi 3.11 64 Bit untuk pelatihan SVM dan server *flask* sebagai server *backend*, serta bahasa pemrograman HTML, CSS dan Javascript untuk tampilan *dashboard website*.

Tahapan Penelitian

Tahapan awal yang menandai dimulainya proses penelitian. Pada tahap pengumpulan data peneliti mempersiapkan segala kebutuhan seperti topik dan tujuan. Pada tahap ini peneliti mengumpulkan informasi keseluruhan yang sudah diperoleh dari beberapa metode pengumpulan data, yaitu studi pustaka dan observasi. Selanjutnya tahap analisis data dibuat untuk menganalisis hasil pengumpulan data dan menentukan kebutuhan bahan yaitu BBM eceran dan alat penelitian berupa sensor TDS dan *proximity* yang akan digunakan dalam penelitian ini. Dilanjutkan dengan tahap perancangan lakukan proses desain dan penyusunan rancangan sistem secara menyeluruh untuk mewujudkan solusi pemantauan kualitas BBM eceran berbasis IoT dan klasifikasi dengan SVM. Setelah itu Tahap implementasi merupakan fase realisasi dari seluruh rancangan sistem yang telah dibuat sebelumnya menjadi sistem yang dapat berjalan secara nyata.

Setelah tahap implementasi sistem selesai dilakukan, data hasil pembacaan sensor TDS dan *proximity* yang diperoleh melalui perangkat ESP32 selanjutnya diproses menggunakan algoritma *Support Vector Machine*. Pada tahapan ini, model SVM yang telah dilatih sebelumnya menggunakan data latih berupa sampel BBM murni dan BBM yang terkontaminasi air digunakan untuk melakukan proses klasifikasi secara otomatis. Keseluruhan tahapan penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan terhadap 100 dataset sampel BBM eceran, terdiri atas 50 sampel BBM murni dan 50 sampel BBM yang dicampur air dengan variasi konsentrasi tidak ditetapkan hanya berdasarkan keperluan pribadi. Setiap sampel dibaca sensor sebanyak 1 kali pembacaan dengan frekuensi 3 detik. Pelabelan data dilakukan secara manual berdasarkan kondisi sampel yang diketahui sebelumnya (murni atau tercampur), sedangkan data yang hilang atau outlier akibat gangguan sensor ditangani dengan cara dihapus, atau diimputasi dengan rata-rata pembacaan terdekat.

Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini dilakukan untuk mengolah dan mengevaluasi data Data hasil pembacaan sensor dikirim melalui jaringan ke server *Flask* berbasis Python untuk dilakukan proses klasifikasi dan visualisasi data pada *dashboard web*. Metode klasifikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Support Vector Machine* (SVM), di mana model bekerja dengan membentuk *hyperplane* pemisah berdasarkan fitur numerik yang tersedia. Untuk menilai performa model, digunakan *confusion matrix* yang memetakan nilai *True Positive* (TP), *False Positive* (FP), *False Negative* (FN), dan *True Negative* (TN). Evaluasi model dilakukan melalui beberapa metrik, yaitu *Accuracy*, *Precision*, *Recall*, *F1-Score*.

Tabel 1. *Confusion Matrix*

	Prediksi Layak	Prediksi Tidak Layak
Aktual Layak	<i>True Positive</i>	<i>False Negative</i>
Aktual Tidak Layak	<i>False Positive</i>	<i>True Negative</i>

Berdasarkan tabel *confusion matrix* diatas, dapat diurutkan rumus perhitungan meliputi *Accuracy*, *Precision*, *Recall*, *F1-Score*:

1. *Accuracy*

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (1)$$
2. *Precision*

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (2)$$
3. *Recall*

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (3)$$
4. *F1-Score*

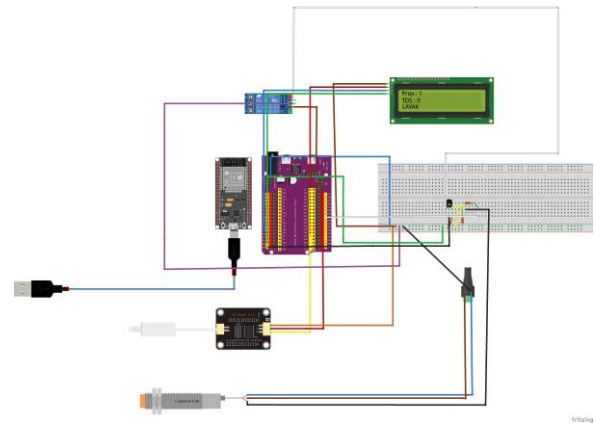
$$F1 = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall} \quad (4)$$

Pelatihan dan Validasi Model

Sebelum digunakan untuk pelatihan, setiap sampel BBM melalui proses pembacaan sensor TDS sebanyak lima kali untuk mengurangi *noise* dan memastikan nilai yang diperoleh stabil; pembacaan diulang apabila nilai belum menunjukkan kestabilan. Pelabelan data dilakukan secara manual berdasarkan pengamatan langsung terhadap kondisi fisik sampel yang telah diketahui sebelumnya (BBM murni atau BBM yang dicampur air), sehingga setiap data numerik hasil pembacaan sensor *proximity* dan TDS memiliki label ground truth "Layak" atau "Tidak Layak" yang sesuai dengan kondisi sebenarnya. Keseluruhan data berlabel tersebut kemudian digunakan sebagai data latih pada algoritma *Support Vector Machine* (SVM), sehingga model dapat mempelajari pola hubungan antara nilai sensor dan kategori kelayakan BBM. Evaluasi performa model dilakukan menggunakan *confusion matrix* serta metrik *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-score* berdasarkan hasil pengujian pada data yang sama dengan data latih.

Skematik Rangkaian

Gambar 2 menunjukkan skematik rangkaian sistem pemantauan kualitas BBM eceran berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem ini terdiri dari ESP32 sebagai pusat pengendali yang terhubung dengan sensor TDS, sensor *proximity*, LCD I2C, *relay*, dan catu daya. Sensor *proximity* berfungsi untuk mendeteksi keberadaan objek atau cairan sebagai pemicu awal proses pengukuran, sedangkan sensor TDS digunakan untuk membaca perubahan nilai konduktivitas yang mengindikasikan adanya kontaminasi air pada sampel BBM. Data hasil pembacaan sensor diproses oleh ESP32 dan ditampilkan pada LCD sebagai informasi lokal. Selanjutnya, data dikirim melalui jaringan WiFi ke server *Flask* untuk dilakukan proses klasifikasi menggunakan algoritma *Support Vector Machine* (SVM). Hasil klasifikasi kemudian ditampilkan secara *real-time* pada *dashboard web* dan LCD sehingga pengguna dapat memantau kondisi BBM secara langsung.



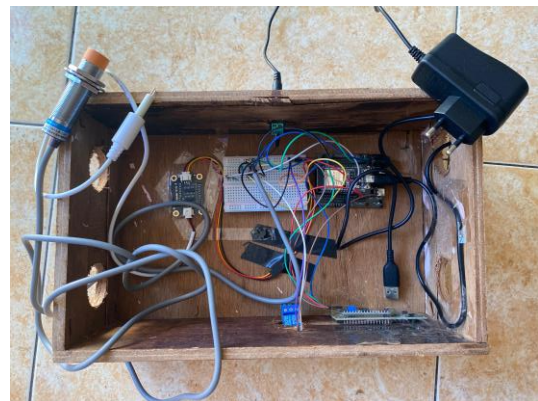
Gambar 2. Skematik Rangkaian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini, menjelaskan perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan serta implementasi untuk analisis pemantauan kualitas BBM eceran berbasis IoT dan machine learning untuk menentukan kelayakan berdasarkan sifat fisik BBM.

Implementasi Perangkat Keras

Berikut ini adalah implementasi perangkat keras yang sudah dirangkai sesuai dengan skematik rangkaian seperti yang sudah dijelaskan:



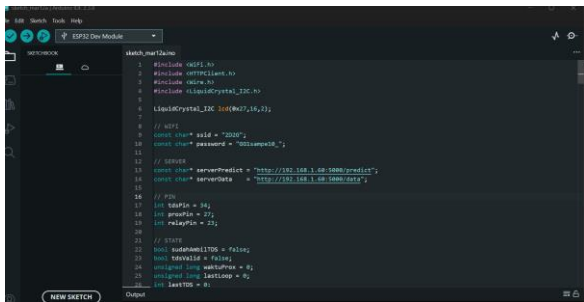
Gambar 3. Implementasi Perangkat Keras

Pada Gambar 3 ditunjukkan hubungan antar komponen perangkat keras yang dirangkai menjadi satu kesatuan sistem untuk pemantauan kualitas BBM eceran. Sistem ini berpusat pada ESP32 sebagai mikrokontroler yang mengatur seluruh proses pembacaan, pengolahan, dan pengiriman data. Sensor *proximity* berfungsi sebagai pemicu awal untuk mendeteksi keberadaan objek atau cairan, sehingga sistem hanya bekerja ketika kondisi terpenuhi. Setelah itu, sensor TDS melakukan pengukuran kandungan zat terlarut, khususnya indikasi adanya air dalam BBM. Data yang diperoleh kemudian diproses oleh ESP32 dan hasilnya ditampilkan melalui LCD sebagai media informasi lokal. Selain itu, *relay* digunakan sebagai indikator output untuk menandakan hasil klasifikasi sistem. Seluruh komponen ini saling terintegrasi untuk menghasilkan proses pemantauan yang berjalan secara otomatis dan *real-time*.

Implementasi Perangkat Lunak

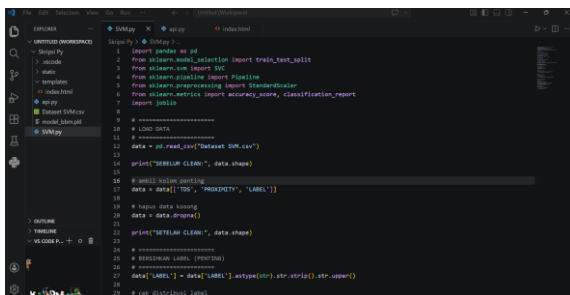
Implementasi perangkat lunak dilakukan untuk mendukung proses pengolahan data, komunikasi sistem, klasifikasi, dan monitoring hasil secara *real-time*. Perangkat lunak yang dikembangkan terdiri atas program ESP32 menggunakan bahasa C++ pada Arduino IDE, model klasifikasi *Support Vector Machine* (SVM) menggunakan Python, server berbasis *Flask* sebagai penghubung antara perangkat keras dan sistem klasifikasi, serta antarmuka web yang dibangun menggunakan HTML, CSS, dan *JavaScript*.

Program pada ESP32 bertugas membaca data sensor dan mengirimkannya ke server melalui jaringan WiFi. Selanjutnya, server *Flask* menerima data sensor, menjalankan proses prediksi menggunakan model SVM yang telah dilatih, serta mengirimkan hasil klasifikasi ke halaman web monitoring. Implementasi ini memungkinkan proses pemantauan kualitas BBM eceran dilakukan secara terintegrasi dan *real-time*. Berikut adalah implementasi perangkat lunak yang sudah dibuat dengan kode editor Arduino IDE dan VSCode dengan bahasa pemrograman C++, Python, dan HTML:



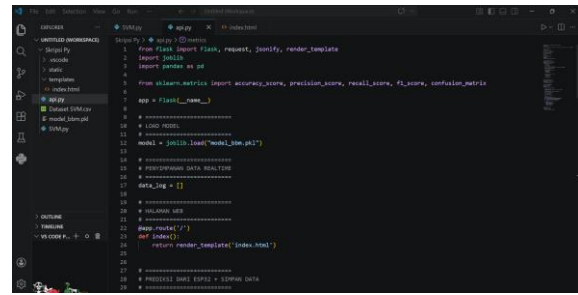
Gambar 4. Implementasi dengan Arduino IDE

Aspek perangkat lunak pada penelitian ini mencakup pembuatan program yang berjalan pada mikrokontroler ESP32 dengan menggunakan bahasa pemrograman C++. Implementasi kode dilakukan melalui Arduino IDE yang menyediakan fasilitas pengembangan, pengujian, dan pengunggahan program ke perangkat. Penggunaan *platform* ini dipilih karena kompatibel dengan ESP32 serta mendukung integrasi berbagai sensor dan modul komunikasi yang digunakan dalam sistem.



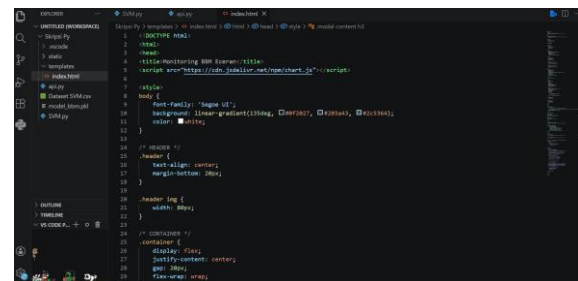
Gambar 5. Implementasi SVM

Model klasifikasi pada penelitian ini dibangun menggunakan algoritma *Support Vector Machine* (SVM) yang diimplementasikan dengan bahasa pemrograman *Python*. *Platform* ini digunakan untuk proses pelatihan model, pengujian data, serta evaluasi performa klasifikasi berdasarkan data yang diperoleh dari sensor.



Gambar 6. Implementasi Server *Flask*

Untuk mendukung komunikasi antar komponen sistem, dikembangkan server berbasis *Flask* yang berperan sebagai penghubung antara perangkat keras dan model klasifikasi. Server ini menangani proses penerimaan data dari sensor, pengiriman data ke algoritma *machine learning*, serta penyampaian hasil prediksi secara efisien sehingga keseluruhan sistem dapat bekerja secara terintegrasi.



Gambar 7. Implementasi *Dashboard Website*

Pada sisi pengguna, dikembangkan antarmuka web dengan memanfaatkan teknologi HTML, CSS, dan *JavaScript*. HTML digunakan untuk membangun struktur halaman, CSS berfungsi mengatur aspek visual, sedangkan *JavaScript* menangani interaksi dan pembaruan data secara dinamis. Integrasi ketiga teknologi tersebut menghasilkan antarmuka yang informatif, responsif, dan mudah dioperasikan oleh pengguna.

Pengujian Sensor

Pengujian sensor *proximity* dan TDS dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam membaca dan menghasilkan data mentah secara akurat dari kondisi nyata yang dilakukan dengan beberapa kali percobaan langsung. Pengujian ini penting untuk memastikan bahwa setiap perubahan kondisi cairan dapat terdeteksi dengan baik oleh sensor sebelum data diproses lebih lanjut oleh sistem. Sensor TDS yang digunakan berfungsi untuk mengukur jumlah zat terlarut dalam suatu cairan. Pada penelitian ini, sensor TDS dimanfaatkan untuk mendeteksi indikasi keberadaan air dalam BBM, di mana semakin tinggi kandungan air maka nilai TDS yang dihasilkan akan semakin besar. Sementara itu, sensor *proximity* berperan sebagai pendeteksi keberadaan objek atau cairan di sekitar sensor. Sensor ini bekerja secara digital dengan menghasilkan nilai biner, yaitu 1 ketika objek terdeteksi dan 0 ketika tidak ada objek. Dalam sistem ini, *proximity* digunakan sebagai pemicu (*trigger*)

untuk memastikan bahwa proses pembacaan TDS dilakukan ketika terdapat objek atau cairan yang akan diuji.

Tabel 2. Pengujian Sensor *Proximity* dan TDS

Kondisi	Proximity	TDS
BBM Eceran Murni	1	Nilai 0
BBM Eceran + Air	1	Nilai >0

Pada kondisi BBM murni, nilai TDS cenderung sangat rendah atau mendekati nol karena tidak terdapat kandungan zat terlarut berbasis air. Oleh karena itu, kondisi ini dikategorikan sebagai LAYAK. Sebaliknya, apabila nilai TDS menunjukkan peningkatan (nilai > 0), hal tersebut mengindikasikan adanya kontaminasi air dalam BBM. Semakin tinggi nilai TDS, maka semakin besar tingkat kontaminasi yang terjadi, sehingga kondisi tersebut dikategorikan sebagai TIDAK LAYAK.

Tampilan Dashboard Website

Berikut adalah tampilan *dashboard website real time* yang ditampilkan sistem ketika menerima data hasil inputan sensor dan telah dilakukan klasifikasi oleh *support vector machine* untuk menguji apakah BBM tersebut layak atau tidak layak:



Gambar 8. Tampilan Dashboard untuk Kondisi Layak



Gambar 9. Tampilan Dashboard untuk Kondisi Tidak Layak

Berdasarkan pengujian yang sudah dilakukan maka untuk tampilan dashboard web berjalan sesuai inputan mulai dari nilai *proximity*, TDS dan keputusan klasifikasi berdasarkan model data latih yang sudah dipelajari oleh *support vector machine* maka proses klasifikasi dapat ditampilkan secara *real time* di *dashboard web*.

Tampilan Confusion Matrix di Dashboard Website

Berdasarkan hasil pengujian langsung untuk data training diperoleh nilai sebagai berikut:



Gambar 10. Confusion Matrix di Dashboard Website

Berdasarkan hasil *confusion matrix*, model berhasil mengklasifikasikan seluruh 50 data BBM kategori layak dengan tepat tanpa menghasilkan kesalahan prediksi ke kelas tidak layak. Pada kategori BBM tidak layak, sebanyak 44 data berhasil dikenali dengan benar, sedangkan 6 data lainnya masih teridentifikasi sebagai layak oleh model. Hasil tersebut menunjukkan bahwa algoritma *Support Vector Machine* (SVM) memiliki kemampuan yang baik dalam membedakan kualitas BBM berdasarkan data yang diberikan, meskipun masih terdapat sejumlah kecil kesalahan klasifikasi. Kinerja model juga didukung oleh nilai evaluasi yang tinggi, yaitu *accuracy* sebesar 94%, *precision* 94,6%, *recall* 94%, dan *F1-score* 94%. Nilai-nilai tersebut mengindikasikan bahwa model yang dikembangkan memiliki tingkat keandalan yang baik dalam melakukan klasifikasi kualitas BBM secara konsisten dan akurat.

IV. KESIMPULAN

Sistem pemantauan kualitas BBM eceran berbasis IoT yang mengintegrasikan sensor TDS, sensor *proximity*, mikrokontroler ESP32, server *Flask*, dan algoritma SVM berhasil dikembangkan dan mampu melakukan klasifikasi kelayakan BBM secara real-time dengan akurasi 0,94, presisi 0,946, *recall* 0,94, dan *F1-score* 0,94. Seluruh sampel BBM layak (50 data) diklasifikasikan dengan benar, sementara 6 dari 50 sampel BBM tidak layak masih terklasifikasi sebagai layak. Keterbatasan utama penelitian ini meliputi ukuran dataset yang masih relatif kecil yaitu 100 dataset, pengujian yang dilakukan pada kondisi laboratorium/terkontrol sehingga belum merepresentasikan variasi lapangan seperti suhu dan jenis kontaminan lain. Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan dilakukan kalibrasi sensor secara berkala, pengujian lapangan pada skala nyata dengan variasi kondisi lingkungan, serta perluasan dataset dengan variasi jenis dan konsentrasi kontaminan guna meningkatkan generalisasi model.

V. REFERENSI

- [1] E. K. Tarigan, "Analisis Yuridis Penjualan Bahan Bakar Minyak Eceran Menurut Undang-Undang Migas (Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2001)," *Lex Justitia*, vol. 2, no. 2, pp. 121–134, 2020, doi: 10.22303/lj.2.2.2020.121-134.
- [2] I. Permatasari, N. Annisa, F. Tanjung, and N. A. Zen, "Perancangan Sistem Monitoring Konduktivitas dan Padatan Terlarut PDAM Banyumas Berbasis IoT (Designing PDAM Banyumas Conductivity and Total Dissolved Solids Monitoring System Based on IoT)," vol. 10, no. 1, pp. 25–31, 2021.

- [3] R. Faulianur and F. Fazila, "Alat Monitoring Kualitas Air Minum Menggunakan Sensor TDS Berbasis Internet of Things," vol. 12, no. 2, pp. 43–47, 2023.
- [4] P. Studi and S. Informasi, "PERANCANGAN SISTEM MONITORING KUALITAS AIR BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) MENGGUNAKAN SENSOR PH DAN SENSOR TOTAL DISSOLVED SOLIDS (TDS)," vol. 11, no. 1, pp. 147–153, 2026.
- [5] Muhamad Ikhwanus Syafa, "Identifikasi Campuran Bahan bakar Minyak Menggunakan Sensor Warna," vol. 3200, no. 11, pp. 2985–2992, 2022.
- [6] I. R. Ardiansyah and J. Iskandar, "Sistem Monitoring Volume Bahan Bakar Minyak Untuk Kendaraan Bermotor Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Sensor Ultrasonik HY-SRF05 (Studi Kasus Pada Perusahaan Travel Narashansa Transportation)," *J. Informatics Comput. Sci.*, vol. 1, no. 2, pp. 29–35, 2024, [Online]. Available: <https://www.jurnal.stkipppgritulungagung.ac.id/index.php/joincos>
- [7] Mambang, *BUKU AJAR TEKNOLOGI KOMUNIKASI INTERNET (Internet of Things)*, no. April. 2021. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/360289401>
- [8] A. Aditya Permana *et al.*, *Machine learning*, vol. 45, no. 13. 2023. [Online]. Available: <https://books.google.ca/books?id=EoYBngEACAAJ&dq=mittchell+machine+learning+1997&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwiomdqfj8TkAhWGslkKHRCbAtoQ6AEIKjAA>
- [9] S. Suhaeb, Y. Djawad, H. Jaya, Ridwansyah, Sabran, and A. Risal, "Buku Ajar Mikrokontroler Dan Interace," pp. 18–22, 2017.